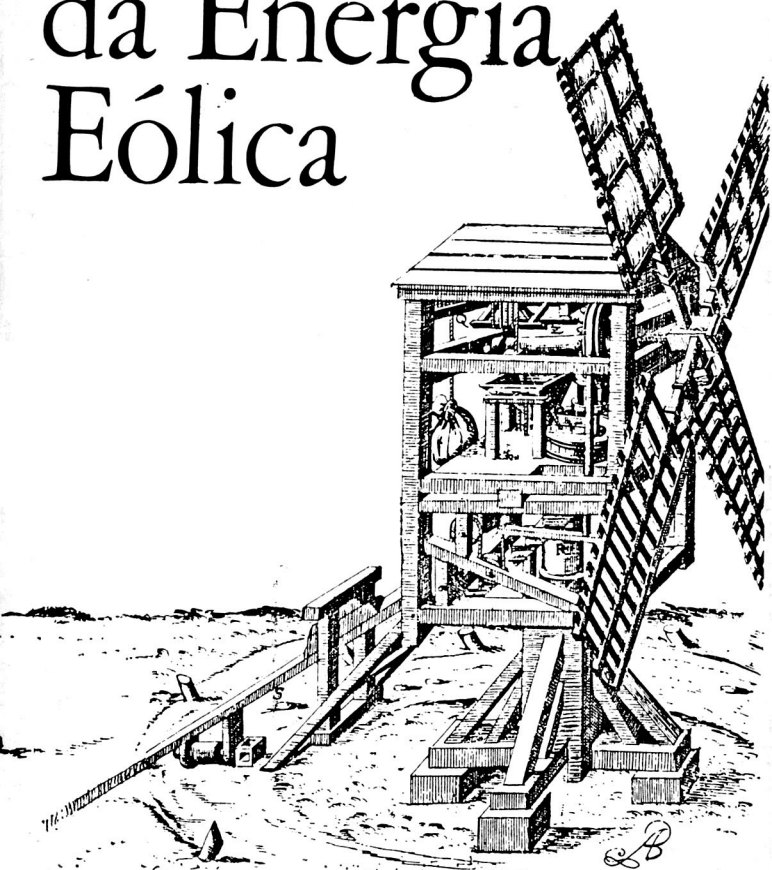
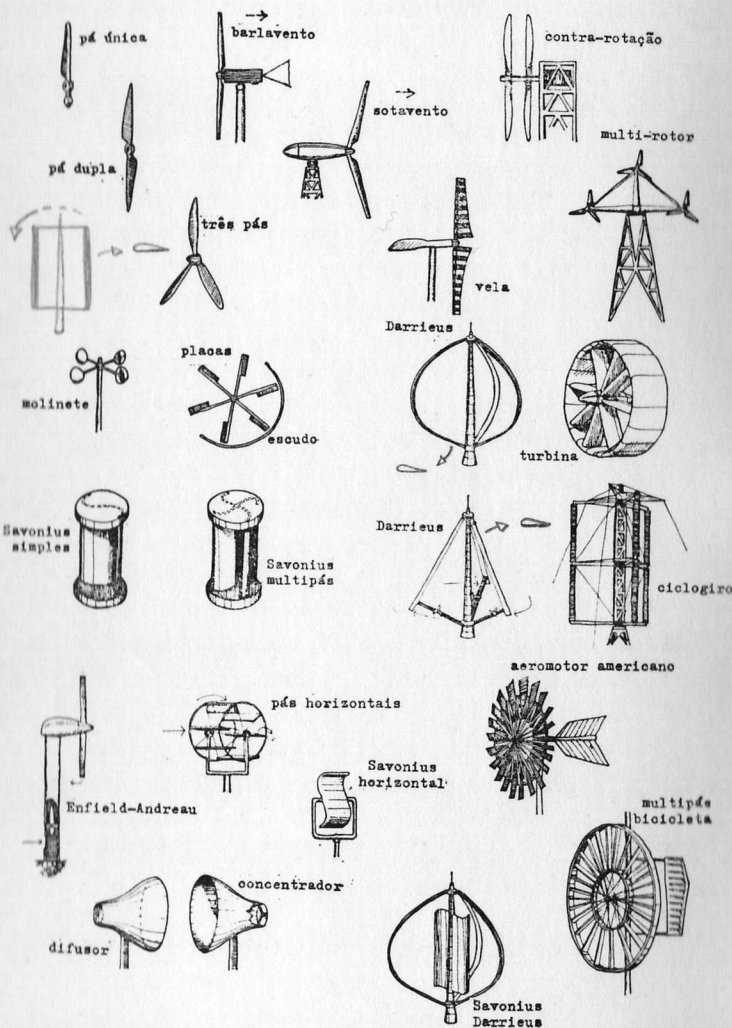


ABC da Energia Eólica





Quando o sol aquece o ar, as terras e os mares, esse aquecimento não tem lugar em toda a parte da mesma maneira e ao mesmo tempo.

As diferenças de aquecimento determinam variações de densidade na massa atmosférica. São estas variações que provocam as correntes de ar a que chamamos VENTO.

A energia do vento, também designada por *energia eólica* (de Eolo, o deus do vento na mitologia greco-romana), é portanto uma forma de *energia solar*.

A energia contida no vento é imensa. Admite-se que só os ventos que sopram sobre a terra firme contenham vinte vezes mais energia que toda aquela que pode ser produzida em todas as centrais eléctricas e outras instalações geradoras hoje existentes.

Como se sabe, a energia do vento varia dia a dia e hora a hora, de local para local. Em regra geral é maior e mais constante nos pontos altos, nas orlas marítimas e nas grandes campinas, mas pode ser considerável em muitos outros pontos.

Entre as fontes renováveis de energia, a dos ventos tem tido recentemente um aproveitamento importante. Existem já geradores com 100 metros de diâmetro e 3000 quilowatts de potência, que podem assegurar o fornecimento de energia a mais de 1000 habitações. Na Califórnia existem «campos eólicos», constituídos por milhares de aerogeradores que podem fornecer electricidade à rede pública ao mesmo preço da que é gerada pelos meios convencionais.

Designamos por *conversores* os diversos dispositivos destinados a converter a energia eólica noutros tipos de energia (mecânica, eléctrica e — por vezes — térmica). Há muitos tipos de conversores eólicos, alguns deles muito antigos. Supõe-se que os primeiros moinhos apareceram há milhares de anos na antiga Pérsia. Em Alcabideche, perto de Cascais, há um monumento a um poeta árabe que advogou a utilização da «força das núvens» para além da dos rios.

Existem dois tipos fundamentais de conversores eólicos : os de *pressão* e os de *depressão*.

Nos primeiros, a pressão do vento é aplicada sobre uma superfície constituída por uma placa ou vela, ligada a um braço que faz rodar um veio. Para que a pressão, no total, seja suficiente e para que ela seja exercida de uma maneira tão regular quanto possível, é necessário que em volta do veio haja várias placas ou velas, formando um *rotor*. Em geral, os conversores deste tipo têm o eixo *perpendicular* ao vento. Para que o rotor possa rodar, é necessário que a pressão do vento *não se exerça do mesmo modo* sobre as superfícies de um lado e do outro do veio. Isso pode ser conseguido canalizando o ar sobre um dos lados do rotor (como fizeram os persas nos primeiros moinhos) ou dando às superfícies uma forma que as faz apresentar uma maior resistência ao ar quando estão de frente para ele (como acontece com os molinetes e com o rotor Savonius, muito usado nos ventiladores), ou ainda dando às superfícies um movimento adicional que as faz apresentarem-se perpendicularmente ao vento quando estão de um lado e paralelamente quando estão do outro (É o caso das chamadas *panêmonas*).

Ainda que as atenções dos inventores tenha caído de preferência sobre estes conversores, a sua utilização é muito rara, estando praticamente reduzida aos rotores Savonius, que sendo muito fáceis de construir e tendo um rendimento aceitável, se prestam ao accionamento de bombas de água. Os inconvenientes dos conversores eólicos de *pressão* são a grande superfície exigida para uma potência aceitável e sua velocidade de rotação relativamente baixa. A superfície tem de ser grande porque, como se compreende, a potência é proporcional a ela — isso implica custos elevados e não lhes permite resistir às tempestades. A velocidade de rotação tem de ser baixa porque, como também se compreende, as pás ou velas não se podem deslocar mais depressa que o vento, que faz pressão sobre elas.

Os conversores que funcionam por *depressão* utilizam *superfícies alares* (com perfis semelhantes aos das asas dos aviões), colocadas em volta do rotor como os raios de uma roda e às quais se dá o nome de *pás*. Quando um perfil alar se desloca em relação ao ar (ou o ar em

relação a ela), cria-se uma depressão no seu dorso. A essa depressão corresponde uma força que faz girar as pás do rotor, tal como faz sustentar um avião no ar. (Note-se que os moinhos tradicionais portugueses funcionam segundo este princípio : as velas, com o seu perfil curvo, actuam como pás dos conversores modernos).

Os conversores de depressão podem ter o eixo vertical ou horizontal. No primeiro caso podem ter pás fixas (tipo Darrieus) ou variando de ângulo conforme se deslocam contra o vento ou no sentido do vento (tipo Ciclogiro). A sua maior vantagem é a de aproveitarem o vento seja qual for a direcção, sem necessidade de se apontarem a ele. Os conversores do tipo Darrieus têm a desvantagem de necessitar de um meio auxiliar de arranque. Os do tipo Ciclogiro foram concebidos exactamente para eliminar essa desvantagem, através da variação da inclinação das pás, mas essa variação implica um aumento da complexidade mecânica. Outro, problema relativo aos conversores de eixo vertical é a dificuldade de limitação de velocidade.

Assim, e a pesar das esperanças inicialmente postas neles, a sua aplicação é relativamente rara : a quase totalidade das instalações existentes utilizam conversores de eixo horizontal.

Aos conversores de *depressão*, independentemente do número de pás do rotor, dá-se o nome de *turbinas eólicas*. Como a sua potência não é determinada pela superfície das pás, mas sim pela área por elas descrita no seu movimento de rotação, o seu custo é, em regra, mais baixo que os dos conversores de *pressão*. Além disso, tal como as asas de um avião se podem deslocar com o próprio avião, mais depressa que o vento, também as pás do rotor das turbinas eólicas se podem deslocar (e em geral deslocam-se) mais depressa que o vento. Consequentemente é muito mais fácil (e económico) accionar com elas os geradores eléctricos.

Em Portugal existiram até algum tempo depois do fim da segunda guerra mundial muitos milhares de «aerodínamos» — isto é : pequenas turbinas eólicas que accionavam dínamos. A sua potência era muito baixa — destinavam-se a carregar as baterias então usadas

nos receptores de rádio. Com o desenvolvimento da electrificação e com o advento do transistor desapareceram quase por completo.

Hoje, as turbinas eólicas destinadas a produzir electricidade denominam-se «aerogeradores», porque os *dínamos* foram substituídos pelos *alternadores*, que têm a vantagem de gerar corrente a velocidades mais baixas e de necessitarem de muito menos assistência. Há duas espécies de aerogeradores : os que se destinam a ser ligados à rede pública e os que funcionam isoladamente.

Os aerogeradores que se destinam a ser ligados à rede pública têm rotores com diâmetros da ordem de 10 a mais de 100 metros. Os que funcionam isoladamente têm rotores com diâmetros até 12 e 16 metros.

Enquanto os aeromotores (por exemplo : as turbinas eólicas destinadas a fornecer energia mecânica, para bombear água) — possuem rotores com muitas pás, os aerogeradores raras vezes possuem rotores com mais de 2 ou 3 pás. Isso resulta do facto de a velocidade de rotação do rotor, em função da velocidade do vento,

ser dependente, entre outros factores, do número de pás. Os rotores com muitas pás giram mais lentamente. Consequentemente o binário — a sua «força» — é maior. Podem arrancar com ventos muito fracos. São por isso apropriados para os aeromotores — isto é : para a elevação de água, para a moagem, serração de madeiras e outros trabalhos mecânicos. Mas quando a velocidade do vento aumenta e o rotor gira mais depressa, o rendimento diminui rapidamente : o rotor passa a aproveitar uma parte cada vez menor da energia disponível no vento. E isso é tanto pior quanto é certo que a potência que o vento pode fornecer aumenta na razão do *cubo* da velocidade. Se a velocidade do vento aumentar para o dobro, a potência disponível não aumentará de duas vezes, mas sim de oito vezes : $(2 \times 2 \times 2 = 8)$. Portanto os rotores de muitas pás não aproveitam os ventos mais fortes, e por isso não são apropriados à geração de electricidade. Outro problema dos rotores com grande número de pás é a resistência por eles oposta ao vento, e que tende a destruí-los se o vento for muito forte. Para se evitar isso

recorre-se a dispositivos que colocam o rotor ou as respectivas pás perpendicularmente ao vento.

Quando o número de pás é pequeno, passa-se o inverso. O rotor gira mais rapidamente, o binário é mais fraco, pelo que a carga deve ser reduzida ao mínimo no arranque, e em todo o caso este exige ventos mais fortes. Alguns aerogeradores necessitam, inclusive, de um sistema auxiliar de arranque, aumentando o ângulo das pás para que o vento as faça rodar de início mais facilmente, ou recorrendo a motores auxiliares, ou ainda fazendo funcionar o próprio gerador eléctrico como motor. No entanto os rotores com poucas pás podem manter rendimentos aceitáveis mesmo quando giram a altas velocidades, em relação à velocidade do vento. Portanto podem aproveitar os ventos fortes, e em geral são desenhados para aproveitar de preferência esses ventos. É por isso que muitas vezes se vê um aerogerador parado por falta de vento, ainda que este seja bastante para fazer funcionar os aeromotores. Mas se o vento se torna mais forte acontece o contrário : o

aeromotor perde rendimento e tende a parar ou avariar-se, enquanto o aerogerador começa a trabalhar, atinge o seu rendimento óptimo e fornece quantidades de energia muito superiores.

Quanto mais pequeno é o diâmetro do rotor, mais depressa ele pode girar em relação à velocidade do vento. Portanto nos pequenos aerogeradores os rotores podem ser montados directamente sobre o veio dos geradores eléctricos: era o que acontecia nos antigos aerodinamos. No entanto, mesmo assim, é difícil fazer girar o gerador eléctrico a uma velocidade adequada a um bom rendimento, a menos que os ventos sejam excepcionalmente fortes. Por outro lado, a potência dos aerogeradores é proporcional à área descrita pelo rotor, e logo ao quadrado do seu diâmetro: quando se tratava de carregar as baterias dos antigos receptores de rádio, bastava que os aerodinamos fornecessem alguns — poucos — watts. Hoje, para fornecer um mínimo de energia a uma habitação isolada, são necessárias potências de centenas de watts, e mesmo mais. Com os ventos corren-

tes em Portugal, isso implica que o rotor disponha de pás com 4 metros de diâmetro, pelo menos. Mas então, para uma mesma velocidade do vento, a velocidade de rotação é menor. O rotor não pode ser ligado directamente ao alternador, a menos que tenha uma concepção especial, dispendiosa. É mais económico recorrer a um multiplicador de velocidade. Se o multiplicador for dividido em dois passos, o primeiro por engrenagens e o segundo por correias, será fácil adaptar a multiplicação às características do alternador e às do vento no sítio da instalação, o que melhorará o rendimento.

Um rotor bem desenhado pode tornar-se muito mais fácil a concepção e construção do multiplicador e reduzir consequentemente os seus custos, melhorando também o rendimento. Em consequência — e em particular quanto aos aerogeradores — o desenho do rotor tem uma importância extrema. Contra o que se poderia supor, só muito recentemente foi possível definir com a indispensável precisão as condições a que esse desenho deve obedecer. Assim, até muito recentemente considerava-se que os

rotores deviam ter pás trapezoidais (isto é, aumentando de largura da ponta para o eixo) e com torção (isto é, com uma inclinação, em relação ao plano de rotação, aumentando também da ponta para o eixo). Desse modo pretendia-se compensar a variação da velocidade do vento relativamente às pás, ao longo destas. Para se dispor de um pá *aerodinamicamente direita*, recorria-se a uma pá geometricamente torcida...

O cálculo dessas pás era relativamente fácil, o seu rendimento era teoricamente muito bom, mas os custos eram elevados e o comportamento deixava muito a desejar. Era difícil construir as pás com torção conveniente e era ainda mais difícil conservar essa torção, em função do tempo e dos elementos. Era quase impossível evitar deformações que conduziam a vibrações incómodas e até perigosas. Daí que passassem a ser preferidas as pás «direitas», com pouca ou nenhuma torção e uma largura constante, ou quase. Para além de serem de construção muito mais simples, e de conservarem muito melhor as suas formas, tendem a

fornecer o rendimento máximo a velocidades mais altas, em relação à velocidade do vento, que as pás clássicas. Consequentemente prestam-se melhor ao accionamento dos geradores eléctricos, permitindo usar multiplicadores mais pequenos, com melhor rendimento e custo mais baixo. O único problema — ora solucionado — era o da falta de um método de cálculo com uma precisão adequada. Para se fazer uma ideia da dificuldade do problema bastará dizer que o método especialmente desenvolvido para os aerogeradores portugueses AEROSIL obriga à resolução de dezenas de equações *milhares de milhões* de vezes.

As pás de muitos dos aerogeradores modernos podem rodar de modo a variar o respectivo *ângulo de ataque*, para limitar a velocidade de rotação ou para a manter tanto quanto possível constante. A variação pode ser determinada pela força centrífuga ou por um microcomputador, e o comando pode ser mecânico, hidráulico ou por servo-motores. Até há pouco, era norma que toda a pá deveria ter «passo variável», como acontece nas hélices dos aviões e

nos rotores dos helicópteros, mas a tendência actual nos aerogeradores grandes e médios é a de usar pás fixas, com as pontas móveis, o que facilita a construção e reduz as vibrações. Em alguns casos as pás são flexíveis, torcendo-se sob a acção da força centrífuga. Noutros casos as pás são completamente fixas e a limitação da velocidade é conseguida pela entrada em funcionamento de um segundo alternador, de maior potência, que actua como travão. O aerogerador português AEROSIL possui um grupo de pás fixas e um outro de pás móveis, de diâmetro inferior, com um ângulo de ataque maior. Estas pás móveis facilitam o arranque e permitem limitar a velocidade, actuando como travões aerodinâmicos. Como são mais leves e estão dispostas perpendicularmente ao eixo, o seu comando é muito mais fácil e preciso.

A maior parte dos aerogeradores modernos não possui a clássica cauda. Isto acontece porque a cauda, para além de ser um componente frágil e dispendioso, induz vibrações, em particular quando o rotor tem somente duas pás. A orientação nos aerogeradores modernos

pode ser conseguida por rotores auxiliares laterais (rosas dos ventos), que apontam automaticamente o rotor principal para o vento, ou (nos grandes aerogeradores) por motores eléctricos auxiliares. Se o rotor estiver colocado na posição inversa da normal — isto é, atrás da torre em relação ao vento — e se as pás tiverem uma ligeira inclinação para trás, então o próprio rotor poderá assegurar a orientação, dispensando a cauda. É este o sistema usado no aerogerador português AEROSIL. A inclinação das pás tem também a vantagem de compor as forças resultantes da pressão do vento com a força centrífuga, compensando-as.

Um facto que não pode ser ignorado quanto aos aerogeradores que funcionam isoladamente é a necessidade de um sistema de armazenamento de energia. Têm sido propostos meios com : a produção de hidrogénio por electrólise, a elevação de água para depósitos artificiais ou naturais e a sua subsequente utilização em turbinas hidráulicas, o recurso a «supervolantes», etc. Não obstante, praticamente todas as instalações existentes usam bate-

rias de acumuladores de chumbo para o armazenamento. Há que notar que as baterias de automóvel, ao contrário do que muitas pessoas pensam, não são as mais indicadas para tal fim. É preferível usar baterias mais robustas, do tipo estacionário.. A potência total das baterias depende, como é óbvio, da extensão dos períodos de calma no sítio da instalação e da importância e natureza do consumo. Em regra se o aerogerador tiver, como o AEROSIL 4, uma potência máxima de 800 watts, e se a potência, total da bateria for de cerca de 11000 watts, o que equivale a 7 ou 8 baterias de 12 volts e 120 ampéres hora, poderá satisfazer consumos como os seguintes :

- 4 lâmpadas fluorescentes de 20W durante 5 horas por dia e 5 lâmpadas de incandescência de 40W, durante 1 hora por dia.
- Uma bomba de água com uma potência de cerca de 250 watts, trabalhando apenas uma hora por dia.
- Um receptor de televisão a cores, com

uma potência de 150 watts, funcionando 4 a 6 horas por dia.

— Um frigorífico pequeno do tipo usado nos barcos e nas caravanas, com um consumo da ordem dos 500 watts-hora por dia.

Poderá perguntar-se o que acontecerá nos dias sem vento. Em regra, num sítio médio, o AEROSIL 4 poderá fornecer cerca de 1600 KWh por ano, e manter em carga as 8 baterias de 12 volts e 120 Ah indicadas como exemplo. As baterias, estando carregadas poderão assegurar o funcionamento do equipamento descrito durante cerca de cinco dias.

Claro que se podem reduzir os consumos se faltar o vento — acendendo menos lâmpadas, por exemplo. Pode-se, também aumentar o número de aerogeradores (a prática tem mostrado, que é preferível dispor de vários aerogeradores de pequena potência do que um único aerogerador de potência superior). Outra solução é o uso em conjunto com células fotovoltaicas.

Em regra, quando há sol há menos vento,

e quando há pouco sol há mais vento. Ainda outra possibilidade é a do uso de um pequeno grupo gerador a gasolina ou gasóleo, mas deve notar-se que o custo do combustível, só por si corresponde ao dobro ou triplo do custo total do quilowatt-hora fornecido pelo aerogerador, e em regra aqueles grupos não podem funcionar durante mais de 2000 horas sem uma revisão por vezes dispendiosa.

O facto de os aerogeradores destinados às instalações isoladas fornecerem corrente a 12 volts (por vezes a 24 volts) não significa que só essa tensão possa ser utilizada. Ligando as baterias a um ondulator, pode-se dispor de corrente de 220 volts, alterna, a 50 ciclos, como a da rede pública. Isso implica uma perda de energia, da ordem dos 30%, e uma despesa adicional, mas esses inconvenientes são compensados pela redução das perdas e do custo das ligações, quando os locais de utilização se encontram algo afastados do aerogerador.

Os aerogeradores podem, portanto, satisfazer as necessidades de energia das habitações e propriedades agrícolas isoladas.

PERGUNTAS E RESPOSTAS

Sobre o aerogerador AEROSIL 4

P — *O aerogerador AEROSIL 4 pode satisfazer as necessidades de consumo de electricidade de uma habitação ou propriedade agrícola isolada?*

R — O AEROSIL 4 tem duas versões: uma de 420 watts e outra de 800 watts, para os locais com ventos mais fortes. A primeira pode fornecer até 100 KWh por mês; a segunda até 200 KWh por mês. É o bastante para os consumos essenciais de uma habitação ou de uma pequena propriedade agrícola.

P — *Não será possível aumentar a quantidade de energia fornecida pelo AEROSIL 4, de modo a satisfazer consumos maiores?*

R — Os aerogeradores maiores ou mais potentes têm dificuldade em aproveitar os ventos fracos, ou de curta duração. Quando se pretende satisfazer consumos maiores é mais prático e económico instalar dois aerogeradores, ou mesmo mais.

P — *Como é que se pode dispor de energia eléctrica quando não há vento?*

R — O AEROSIL 4 foi concebido para alimentar baterias de acumuladores. Quando não há vento, a instalação é alimentada pela energia eléctrica acumulada nas baterias. Pode-se também prever um sistema auxiliar de carregamento por células fotovoltaicas. Em regra, quando não há vento, há sol cuja energia pode ser captada pelas células.

P — *Quantas baterias são precisas? E de que tamanho?*

R — Depende da aplicação e dos ventos existentes no local. Se os ventos forem constantes, o número de baterias necessárias será mínimo.

P — *As baterias têm uma tensão de 12 volts. Então a aparelhagem electrodoméstica vulgar não pode ser usada?...*

R — A iluminação e o funcionamento de alguns aparelhos — como os receptores de rádio e TV portáteis — podem ser assegurados em 12 volts. O funcionamento de outros aparelhos exige a instalação de um ondu-

lador — um aparelho que fornece corrente de 220 volts e 50 ciclos a partir de 12 volts.

P — *Porque é que o AEROSIL 4 não fornece directamente corrente de 220 volts?*

R — Porque seria mais difícil alimentar as baterias e também porque seria muito difícil manter a frequência de 50 ciclos quando a velocidade do vento ou o consumo se alterassem. Em qualquer caso, seria necessário recorrer a um ondulator para dispor de corrente de 220 V, 50 ciclos, quando não houvesse vento.

P — *Pode-se fazer funcionar uma máquina de lavar roupa, uma de lavar louça ou uma instalação de ar condicionado com um AEROSIL 4?*

R — Como se disse, o AEROSIL 4 destina-se a satisfazer as necessidades essenciais das habitações e propriedades agrícolas isoladas. As máquinas de lavar a roupa e a louça e as instalações de ar condicionado têm consumos relativamente altos. Em sítios excepcionalmente ventosos é possível

ao AEROSIL 4 satisfazer esses consumos, desde que não sejam simultâneos. No entanto se se pretende satisfazer consumos dessa ordem, é aconselhável instalar dois ou mais aerogeradores.

P — *Não seria melhor recorrer a um grupo electrogénio?*

R — Os grupos electrogénios podem ter um custo inicial mais baixo que o do AEROSIL 4, mas o custo do combustível, só por si, representa uma despesa cerca de 3 vezes maior que o custo da electricidade produzida por um aerogerador. Além disso, os grupos electrogénios necessitam, em regra de revisões dispendiosas, a intervalos de cerca de 2000 horas.

P — *Porque é que o AEROSIL 4 é equipado com alternadores de automóvel, em vez de dinamos, como nos antigos «aerodínamos»? Em qualquer caso, porque que não se usa alternadores industriais?*

R — Os alternadores de automóveis necessitam de muito menos assistência que os dinamos

e debitam mais energia a velocidades de rotação mais baixas. Além disso foram concebidos para resistir à chuva, à poeira, ao calor e ao frio durante muitos anos. E podem ser facilmente assistidos por um electricista de automóveis em qualquer ponto do País.

P — *O que pode acontecer se uma faísca eléctrica, durante uma trovoadas, cair sobre o aerogerador ?*

R — Uma faísca eléctrica provoca sempre estragos muito grandes, mas são raríssimos os casos de aerogeradores que tenham sido atingidos. Em contrapartida, as cargas eléctricas na atmosfera, durante as tempestades, podem ter graves efeitos sobre as peças metálicas e os circuitos electrónicos, mesmo que não caia qualquer faísca. O AEROSIL 4 é um dos poucos aerogeradores existentes no mercado em que foi prevista uma protecção eficaz contra essas cargas, pela ligação de todos os órgãos metálicos à terra.

P — *Porque é que o rotor do AEROSIL 4 tem três pás grandes e três pás pequenas ?*

R — As três pás grandes são as que convertem a maior parte da energia do vento em energia mecânica. As outras facilitam o arranque com ventos fracos e asseguram a travagem aerodinâmica, impedindo que o rotor atinja velocidades excessivas. Fornecem ainda um pequeno suplemento de potência.

P — *Porque é que as pás têm a mesma largura em todo o seu comprimento e não são torcidas, como as dos aviões e as dos navios ?*

R — Porque as pás com largura constante e sem torção, para além de serem de construção mais económica, têm o seu rendimento óptimo a velocidades de rotação mais altas, para uma mesma velocidade do vento, e portanto são mais apropriadas ao accionamento dos alternadores.

P — *Porque é que as pás são de madeira ?*

R — A madeira (impregnada de resina sintética no caso do AEROSIL 4) é o melhor ma-

terial para a construção das pás dos aerogeradores de dimensões pequenas e médias.

A madeira é elástica, leve e duradoura.

P — *Porque é que o AEROSIL 4 não tem cauda ?*

R — No AEROSIL 4 é o próprio rotor que assegura a orientação do aerogerador em relação ao vento. Portanto a cauda — que é por regra uma fonte de vibrações — deixa de ser necessária. O aerogerador torna-se mais sólido e menos complexo.

P — *Quando surgir qualquer avaria ou houver necessidade de uma revisão, não será difícil encontrar quem suba ao cimo da torre do aerogerador ?*

R — A torre do AEROSIL 4 foi concebida para ser baixada e levantada muito facilmente, sempre que necessário através de um único cabo que pode ser manobrado por um guincho, um tractor ou mesmo um automóvel. Toda a assistência é prestada com a torre baixada.

AEROGERADOR AEROSIL 4

Ficha Técnica

APLICAÇÃO

O aerogerador AEROSIL 4 destina-se a satisfazer as necessidades de fornecimento de energia eléctrica às habitações e propriedades isoladas, carregando baterias de acumuladores que asseguram o abastecimento nos dias sem vento.

ROTOR

O rotor está colocado a sotavento.

Actua assim como leme e assegura a sua própria orientação, dispensando a presença da clássica «cauda».

A construção torna-se menos complexa e mais segura. As vibrações são menos acentuadas.

Tem 3 pás principais, com 4 metros de diâmetro (de passo fixo) com um ângulo de cone de 6 graus, e três pás auxiliares (de passo variável), de 2 metros de diâmetro.

Sem um ângulo de cone. Estas últimas pás facilitam o arranque e asseguram a travagem aerodinâmica quando a velocidade do rotor tende a ser excessiva, sendo a sua acção deter-

minada, pela força centrífuga. O perfil é o NACA 4418. Material: madeira laminada e impregnada de resina epóxida. O bordo de ataque das pás principais é protegido por folha de cobre.

VEIO PRINCIPAL

Reforçado, assente em rolamentos cónicos protegidos contra o pó, com lubrificação automática. Amortecedor de vibrações e de sobrecargas súbitas.

MULTIPLICADOR

O rotor acciona o alternador (ou alternadores) por meio de um trem de engrenagens de aço, em banho de óleo, sendo a transmissão final assegurada por correias dentadas (uma para cada alternador).

A razão de multiplicação pode portanto ser facilmente alterada para adaptar o aerogerador às características do vento ou do consumo de electricidade.

GERADOR

A geração da energia eléctrica é feita por um ou dois alternadores Paris-Rhône, de tipo

automóvel. (O número de alternadores depende do regime dos ventos no local da instalação e do consumo de electricidade).

A corrente é rectificada e regulada automaticamente, a uma tensão de 12 volts (ou 24). As características dos alternadores dependem do tipo de utilização. A potência efectiva eléctrica é de 420 watts a 7m/s com um alternador. Nos locais mais favoráveis, a potência efectiva poderá ser superior. Quando não há vento ou o vento é demasiado fraco, o circuito de indução está desligado para facilitar o arranque e reduzir o consumo. A ligação é feita por um contactador centrífugo regulável. Nos aerogeradores equipados com dois alternadores, o segundo é ligado a uma velocidade mais alta, de modo a facilitar simultaneamente o funcionamento com os ventos fracos e o aproveitamento dos ventos fortes.

PRODUÇÃO DE ENERGIA

Tomando por base a distribuição de Rayleigh, a produção provável de energia por ano é a seguinte :

Velocidade média do vento m/s	Energia KWh/ano
<i>Para a potência de 420 W</i>	
4	700 a 1100
4,5	1000 a 1600
5	1300 a 1800
5,5	1750 a 1840
<i>Para a potência de 800 W</i>	
4	700 a 1100
4,5	1000 a 1600
5	1400 a 2300
5,5	1900 a 3000
6	2400 a 3500
6,5	3200 a 3500

(A distribuição de Rayleigh relaciona o regime provável dos ventos ao longo do ano com a velocidade média. Localmente podem existir desvios significativos em relação a ela, pelo que os valores indicados devem ser considerados como máximos).

ESTRUTURA

A estrutura principal do AEROSIL 4 é constituída por um tubo de aço de forte secção,

em que está encastrado o «carter» estanque (de alumínio) do multiplicador. O conjunto está encerrado numa cobertura aerodinâmica facilmente desmontável, que tem por únicas aberturas as saídas do tipo NACA para a refrigeração do(s) alternador(es). Assenta num espigão, também tubular, que está montado sobre rolamentos cónicos protegidos contra a poeira e contra a água, assegurando o movimento livre em azimute, para a orientação em relação ao vento.

CONTACTOS ROTATIVOS

A transmissão da corrente eléctrica, do aerogerador para a torre, é assegurada por um contacto rotativo (slip-ring) do tipo disco, com escovas metálicas múltiplas. Um dos anéis destina-se à passagem das cargas electrostáticas que possam desenvolver-se no aerogerador durante as trovoadas.

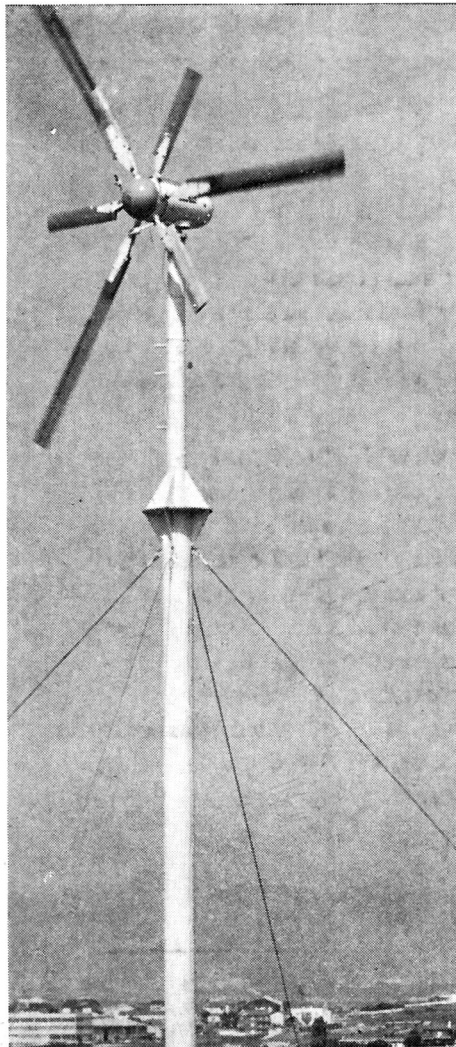
TORRE

A torre recomendada é tubular, com 4 espias de cabo de aço. A altura e o diâmetro dependem do local da instalação, sendo no mí-

nimo de 6 metros. A torre articula sobre a base, de modo a poder ser baixada ou levantada facilmente por simples manobra de um cabo. Todos os trabalhos de afinação e manutenção são realizados com a torre abatida. Este sistema permite também evitar danos em caso de grandes tempestades e furacões, pois a torre pode ser abatida facilmente e sem perigo e o rotor deixa de girar logo que a torre começa a baixar.

ACUMULADORES

O aerogerador AEROSIL 4 foi concebido para ser usado em conjunto com baterias AUTOSIL E 120 Ah. O número de baterias depende do regime dos ventos no local e da natureza e importância dos consumos. Nos locais onde os períodos de calma são longos, convirá dispor de um gerador suplementar — painéis de células fotovoltaicas, por exemplo. Quando os consumos forem demasiados altos para as possibilidades do aerogerador, convirá dispor de mais de um aerogerador.



No limiar do Ano 2000,
a «tradição eólica» encontrou
um novo e prodigioso fôlego
baseado em
aquisições recentes
das tecnologias de vanguarda.
Este pequeno caderno
de divulgação
refere alguns aspectos
práticos
do aproveitamento
da ENERGIA EÓLICA
a partir de
uma experiência milenária.
EURICO DA FONSECA
investigador e publicista
pioneiro dos movimentos
para o aproveitamento
das novas tecnologias
para o bem-estar social
é o autor do texto.
Eurico da Fonseca
(assistido por Mário Cruz
e pelo Departamento de
Novos Produtos de
ACUMULADORES AUTOSIL)
é autor do projecto Aerosil 4
que constitui a primeira
iniciativa portuguesa
nesta importante área

Edição do Departamento
de Novos Produtos de
ACUMULADORES AUTOSIL
distribuição gratuita
a profissionais e estudantes

ACUMULADORES AUTOSIL
indústrias eléctricas
e electroquímicas

Estrada de Porto Salvo
PAÇO DE ARCOS
2780 OEIRAS - PORTUGAL
Telefs.: 2432240/2432267
Telex 13882 DIALUX P